

PENGARUH PELAT PENYERAP POROUS MEDIA MODEL SIRIP TERHADAP LAJU EVAPORASI

Nova Risdiyanto Ismail^{1*)}, Leo Hutri Wicaksono¹⁾

¹⁾ Fakultas Teknik, Universitas Widyagama Malang, Malang

*Email Korespondensi : novarislampung@yahoo.co.id

ABSTRAK

Teknologi *solar still* tipe pasif merupakan teknologi yang sesuai untuk di terapkan di Indonesia. Berbagai faktor yang mempengaruhi kinerja *basin solar still* yaitu; kondisi iklim, desain dan kondisi operasional. Usaha untuk mengembangkan kondisi operasional, diantaranya dengan membuat lapisan tipis air. Untuk membuat lapisan tipis dapat menggunakan material porous media sebagai media alir massa. Salah satu inovasi untuk meningkatkan penyerapan energi radiasi matahari adalah dengan menggunakan pelat penyerap berbentuk sirip. Pelat penyerap berbentuk sirip dapat menerima radiasi matahari lebih luas dan dapat berfungsi sebagai media alir massa, panas dan evaporasi. Selain itu, pelat penyerap sirip menggunakan material porous media dapat memperluas bidang kontak panas pada pori-pori material. Luasan bidang kontak tersebut dapat mempercepat laju perpindahan panas dan laju evaporasi. Dengan demikian tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pelat penyerap *porous media* model sirip terhadap laju evaporasi. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Menguji pelat penyerap sirip porous media menggunakan material pasir dengan ukuran 0.125 mm dan 0.250 mm dengan variasi tegangan. Dari hasil penelitian di peroleh PB 0.125 memiliki temperatur permukaan, temperatur air dan laju evaporasi tertinggi di bandingkan material dan ukuran yang lain.

Kata kunci: pelat penyerap sirip, porous media, jenis pasir, dimensi pasir, laju evaporasi

ABSTRACT

The technology of solar still passive type is suitable to be applied in Indonesia. Many factors influence the basin solar still influence; which are climatic condition, design and operating condition. There are efforts to develop the operating conditions, one of them is to make thin layer of water. In order to make thin layer, we can use porous media as a mass flow medium. One of the innovations to increase the absorption of solar radiation energy to use a fin-shaped absorbent plate. The fin-shaped absorber plate can receive a wider range of solar radiation and can serve as a medium for mass flow, heat and evaporation. In addition, the fin absorber plate using porous media material can expand the heat contact area in the pores of the material. This area of contact can accelerate the heat transfer rate and the rate of evaporation. Thus the aim of this study was to determine the effect of the porous media absorbent plate fin model on the rate of evaporation. This research is using experimental method. Testing the porous media absorbent plate using sand material with a size of 0.125 mm and 0.250 mm with variations in stress. From the research results obtained PB 0.125 has the highest surface temperature, water temperature and evaporation rate compared to other materials and sizes.

Keywords: fin absorber plate, porous media, sand type, sand dimension, evaporation rate

PENDAHULUAN

Teknologi *solar still* tipe pasif merupakan teknologi yang sesuai untuk di terapkan di Indonesia [1]. *Solar still* tipe pasif tidak membutuhkan sistem lain, desain sederhana dan harga lebih rendah, namun produktifitas pasif *solar still* lebih rendah dibandingkan dengan aktif *solar still* [2].

Berbagai faktor yang mempengaruhi kinerja *basin solar still* yaitu; kondisi iklim, desain dan kondisi operasional [3]. Faktor-faktor yang memungkinkan untuk dikembangkan adalah material, desain dan kondisi operasional. Usaha untuk mengembangkan kondisi operasional, yaitu dengan membuat variasi volume air. Kondisi ini di uji dengan variasi kedalaman air oleh [4] [5], hasilnya semakin rendah kedalaman air, maka semakin meningkat kinerja *solar still*.

Kondisi operasional juga di lakukan dengan menambahkan material di atas pelat penyerap dengan tujuan untuk membuat lapisan air tipis. Usaha ini dilakukan dengan menggunakan kain katun [6], *wick* [7][8] dan kain-arang [9], menambahkan material penyerap berpori [10], hasilnya dapat meningkatkan kinerja *solar still*.

Pengembangan material untuk membuat lapisan air yang tipis juga di kembangkan menggunakan pelat penyerap *cement concrete* dengan penambahan pasir kuarsa, cacahan baja ringan, batu, potongan bata merah dan beton sebagai material *storage* pada kedalaman air dijaga konstan dapat meningkatkan temperatur dan evaporasi *solar still* [11]. Menggunakan pelat penyerap batu granit berwarna hitam dapat meningkatkan produktifitas dibandingkan dengan pelat penyerap besi [12]. Penelitian untuk mencari material pelat penyerap baru dengan meneliti penyerapan, kenaikan kapiler, porositas, *repellence* air dan koefisien perpindahan panas untuk memilih bahan yang cocok untuk aplikasi desalinasi tenaga surya. Didapatkan bahwa produktifitas maksimum dicapai sebesar 4.28 l/hari menggunakan *water coral fleece* dengan *stepped absorber* dengan *wire mesh* [13].

Salah satu inovasi untuk meningkatkan efisiensi penyerapan energi radiasi matahari adalah dengan menggunakan pelat penyerap berbentuk sirip. Pelat penyerap berbentuk sirip memiliki sisi yang dapat langsung menerima radiasi matahari, sehingga jumlah energi matahari yang diserap oleh pelat penyerap menjadi lebih besar. Terdapat beberapa penelitian yang membandingkan produktivitas air kondensat antara *solar still* konvensional terhadap *solar still* menggunakan pelat penyerap berbentuk sirip. Dengan menggunakan pelat penyerap berbentuk sirip dapat meningkatkan produktivitas air kondensat [14][15][16] dan 12% pada *solar still* dengan penambahan reflektor aktif [17]. Pada kuantitas air laut yang sama didapatkan peningkatan jumlah air kondensat sebesar 40% pada pelat penyerap berbentuk sirip dan 21% pada pelat penyerap berbentuk gelombang [18].

Berdasarkan latarbelakang di perlukan usaha untuk meningkatkan kinerja *solar still* tipe pasif dengan meningkatkan kinerja pelat penyerap. Pelat penyerap diharapkan mampu menjadi media alir panas, massa dan evaporasi. Pelat penyerap menggunakan material berpori dapat membuat lapisan tipis. Dengan lapisan tipis di harapkan proses penguapan menjadi lebih cepat. Pelat penyerap berpori model sirip proses penguapan dapat terjadi pada dinding dan permukaan sirip, sehingga dapat memperluas permukaan penguapan. Dengan demikian tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pelat penyerap *porous media* model sirip terhadap laju evaporasi.

METODE PENELITIAN

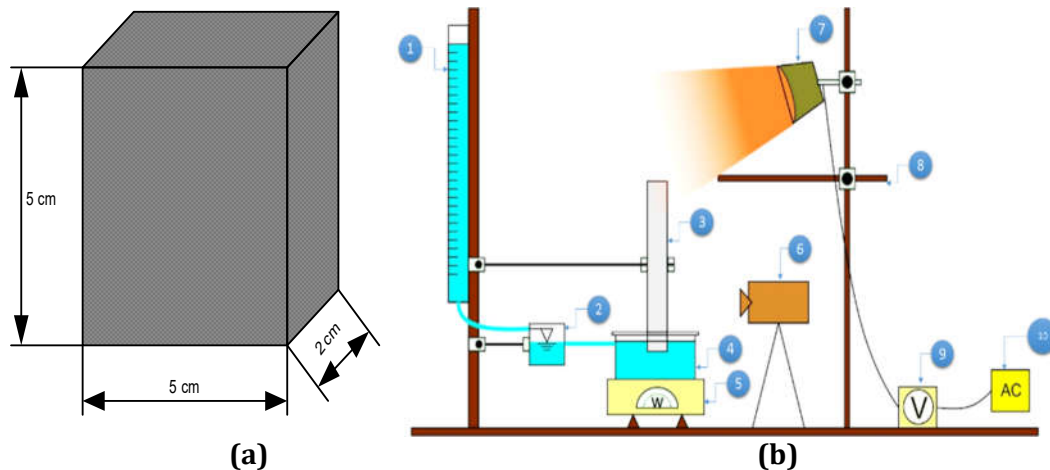
Variabel Penelitian

Variabel bebas adalah sumber panas radiasi lampu (Tegangan: 175 V, 200 V, 220 V, dan 240 V) dan jenis material porous media, variabel terikat adalah laju evaporasi. Variabel terkontrol adalah komposisi campuran pelat penyerap 1 semen dan 6 pasir dan temperatur lingkungan.

Peralatan penelitian

Adapun peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- Jenis material yaitu batu, 4 beton cor dengan komposisi 1 semen dengan 6 pasir. Pasir yang digunakan pasir lumajang dan pasir besi. Pasir lumajang dan pasir besi dengan diameter pasir rata-rata 0.125 mm dan 0.250 mm.
- Lampu yang berfungsi sebagai pengganti radiasi matahari
- Karburator yang berfungsi sebagai pelampung
- Voltage regulator yang berfungsi sebagai pengatur tegangan
- Gelas Ukur yang berfungsi untuk mengukur volume air
- Tandon air yang berfungsi untuk menampung air.



Keterangan

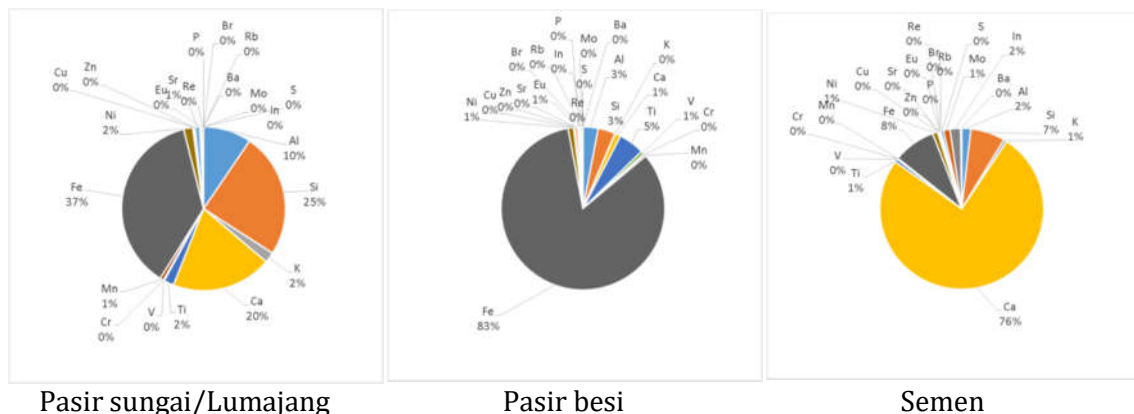
- | | |
|--------------------------|---------------------------|
| 1. Reservoir air laut | 6. Kamera |
| 2. Katup pelampung | 7. Lampu pijar |
| 3. Spesimen porous media | 8. Pengatur batas radiasi |
| 4. Kolam air laut | 9. Pengatur tegangan |
| 5. Alat ukur massa | 10. Sumber listrik AC |

Gambar 1. (a) Material Penelitian (b). Peralatan Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi Material

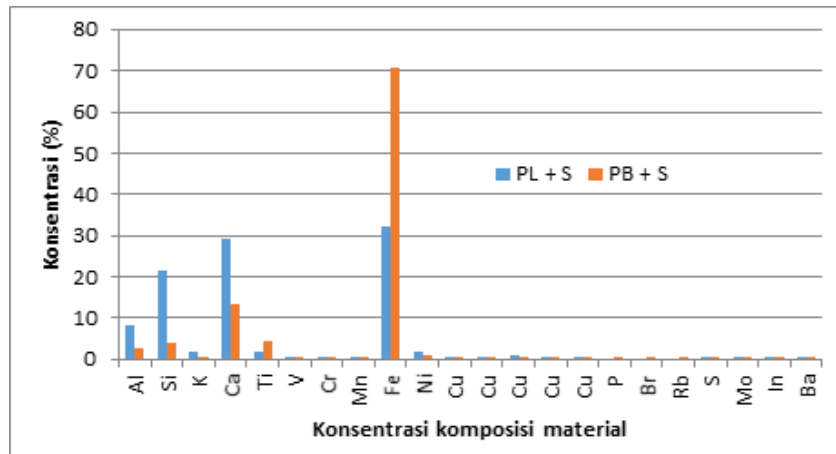
Dari konsentrasi komposisi material dasar yang di gunakan untuk membentuk pelat penyerap model sirip porous media [19], dapat di sajikan material dasar sebagai berikut:



Gambar 2. Hasil pengujian material dasar pembentuk penyerap sirip

Terdapat empat komposisi dominan pada pasir sungai yaitu Fe (37%), Ca (20%), Si (25%) dan Al (10%). Secara umum pasir sungai dari daerah Lumajang yang digunakan memiliki indeks kekasaran permukaan sebesar 2.73 yang memenuhi standard SII 0052-80. Kadar lumpur sebesar 1.69% masih di bawah batas maksimum SII 0052-80 (5% batas maksimum) [20][21].

Dari komposisi di atas, dengan campuran pelat penyerap 1 semen dan 6 pasir, maka komposisi pelat penyerap sebagai berikut:

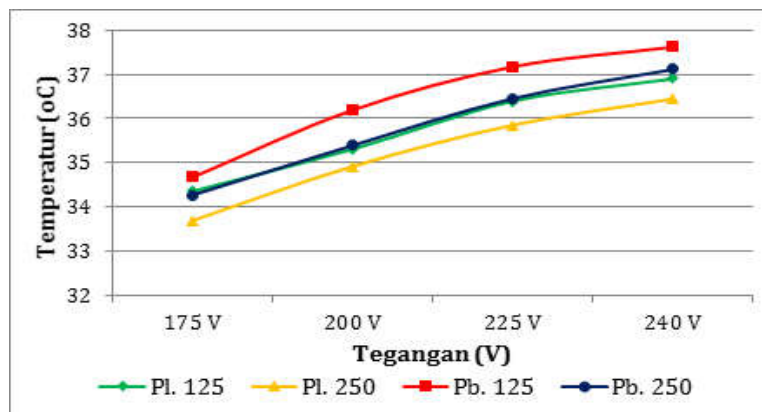


Gambar 3. Konsentrasi komposisi kimia material pelat penyerap

Terlihat bahwa kandungan Fe pada material pelat penyerap menggunakan pasir besi memiliki nilai terbesar dibandingkan dengan material menggunakan pasir lumajang. Nilai Fe ini menjadi indikasi besarnya nilai konduktivitas panas, dan nilai calcium lebih cenderung menghambat perpindahan panas.

Temperatur Permukaan Pelat Penyerap Sirip

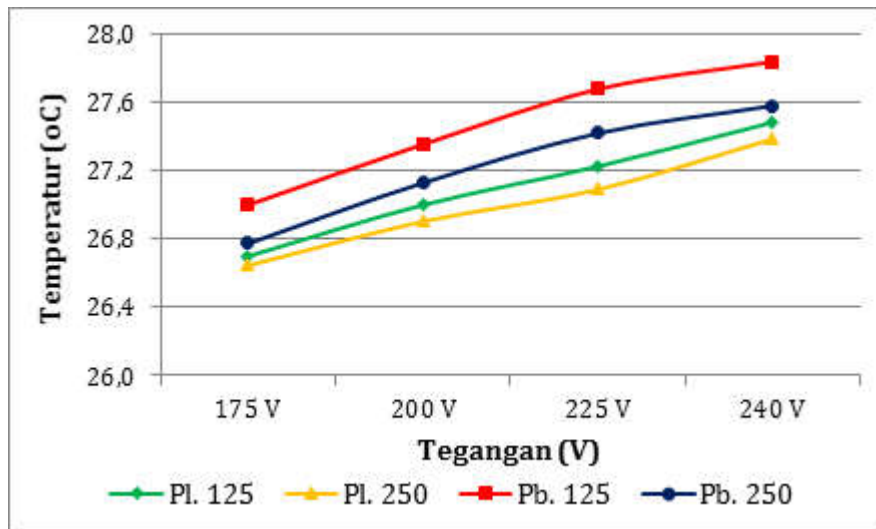
Pengujian menggunakan lampu dengan jarak 50 cm ke benda uji. Dari hasil pengujian terlihat temperatur permukaan menggunakan material PB. 0.125 mm memiliki nilai tertinggi dari jenis material yang lain pada setiap variasi tegangan. Pada proses penyinaran radiasi dari lampu, warna permukaan sangat berpengaruh terhadap penerimaan energi radiasi. Dari segi warna permukaan, menggunakan pasir besi terlihat lebih hitam di bandingkan dengan jenis pasir lumajang [20]. Dengan demikian energi yang di terima permukaan pelat penyerap dengan warna yang lebih hitam dapat meningkatkan penyerapan energi radiasi matahari, sehingga dapat meningkatkan temperatur pelat penyerap.



Gambar 4. Temperatur permukaan pelat penyerap sirip

Temperatur air

Temperatur air di pengaruhi oleh kemampuan alir panas dari permukaan pelat penyerap menuju air di bawah pelat penyerap. Menggunakan pasir besi pelat penyerap sirip lebih padat, karena massa jenis pasir besi lebih besar di bandingkan pasir lumajang. Pelat penyerap juga memiliki porositas yang lebih kecil. Dengan tingkat kepadatan yang lebih tinggi dan porositas yang lebih kecil, maka nilai konduktifitas termal menjadi lebih besar [22]. Dengan niai konduktivitas termal yang tinggi menyebabkan kemampuan alir panas dari permukaan pelat penyerap menuju air menjadi lebih besar, sehingga temperatur menggunakan pasir besi menjadi lebih tinggi di bandingkan pasir lumajang. Menggunakan pasir besi ukuran 0.125 mm memiliki nilai konduktivitas yang lebih besar di bandingkan dengan pasir besi ukuran 0.250 mm, sehingga temperatur PB. 0.125 menjadi lebih tinggi.



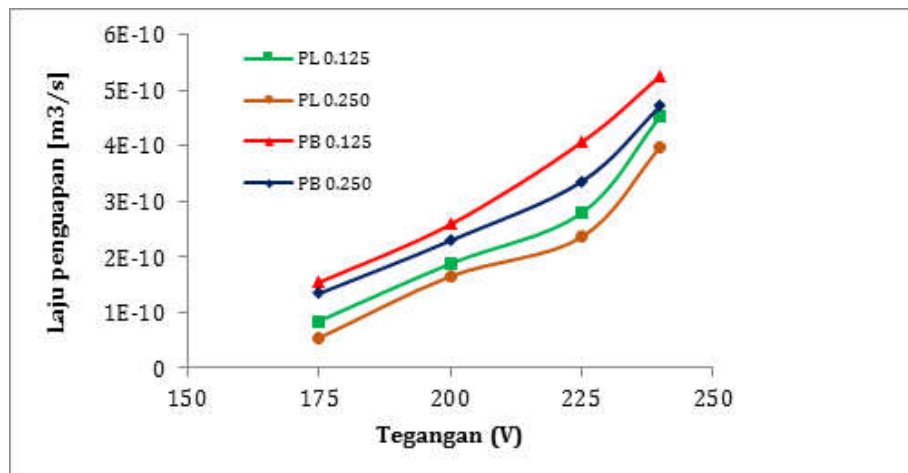
Gambar 5. Temperatur air

Laju Evaporasi

Berbeda dengan data temperatur permukaan material yang sangat dipengaruhi oleh karakteristik permukaan seperti warna permukaan, tingkat penguapan lebih dipengaruhi oleh nilai konduktivitas termal material. Parameter konduktivitas panas memiliki peran penting dalam proses perpindahan panas di seluruh material media berpori. Tampak bahwa material PB. 0.125 memiliki tingkat penguapan terbesar dibandingkan material lainnya.

Gambar 6, menunjukkan bahwa tegangan meningkat, maka tingkat penguapan juga meningkat pada semua material. Hal ini menunjukkan bahwa ketika energi radiasi yang di pancarkan meningkat, maka penyerapan panas meningkat. Penyerapan panas yang meningkat, maka temperatur permukaan meningkat. Temperatur tersebut dialirkan dalam bentuk energi panas ke semua bagian material untuk prose penguapan, sehingga dengan temperatur permukaan yang tinggi, maka laju evaporasi juga tinggi.

Proses penguapan pada pelat penyerap sirip menggunakan material porous media terjadi pada seluruh bodi material. Pada material berpori luasan kontak antara material dengan air menjadi lebih besar, sehingga evaporasinya tinggi. Aplikasi pelat penyerap sirip menggunakan porous media pada sistem *solar still* **memungkinkan dapat** meningkatkan evaporasi di bandingkan *solar still* konvensional.



Gambar 6. Laju Penguapan

KESIMPULAN

1. Material PB 0.125 sebagai pelat penyerap sirip menggunakan media berpori memiliki temperatur permukaan 37.62 [°C] dan temperatur air 27.84 [°C] tertinggi di bandingkan material dan ukuran yang lain.
2. Material PB 0.125 sebagai pelat penyerap sirip menggunakan media berpori memiliki laju penguapan tertinggi sebesar 5.3×10^{-10} [m³/s] di bandingkan material dan ukuran pasir yang lain.
3. Disarankan untuk mengidentifikasi beberapa variasi campuran pasir dan semen menggunakan material yang sama untuk mengetahui laju evaporasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih di sampaikan kepada Universitas Widyagama Malang yang telah membiayai penelitian ini.

REFERENSI

- [1] Purbo Suwandono and Nova Risdiyanto Ismail 2019. Pengaruh Bentuk Permukaan Absorber Pelat Terhadap Produktivitas dan Efisiensi Solar Still. Jurnal Energi Dan Teknologi Manufaktur (JETM). Vol. 02, No. 02, Bulan Desember Tahun 2019, hal. 25 – 30.
- [2] Raju V. R., & Narayana, R. L., 2016. *Effect of flat plate collectors in series on performance of active solar still for Indian coastal climatic condition*. Journal of King Saud University – Engineering Sciences 187. Pages 8.
- [3] Muftah, Ali F., Alghoul M.A., Fudholi, Ahmad., Majeed, Abdul M. M., & Sopian K., 2014. *Factors affecting basin type solar still productivity: A detailed review*. Renewable and Sustainable Energy Reviews 32: 430–447.
- [4] Rajamanickam M.R., & Ragupathy, A., 2012. *Influence of Water Depth on Internal Heat and Mass Transfer in a Double Slope Solar Still*. 2nd International Conference on Advances in Energy Engineering (ICAEE2011). Energy Procedia 14. 1701-1708.
- [5] Elango, T., & Murugavel, K. Kalidasa., 2015. *The effect of the water depth on the productivity for single and double basin double slope glass solar stills*. Desalination 359. 82–91.

- [6] Murugavel Kalidasa K., Chockalingama Kn.K.S.K., & Srithar K., 2008. *An experimental study on single basin double slope simulation solar still with thin layer of water in the basin*. Desalination 220: 687–693.
- [7] Aybar, Hikmet., Egeliof glu, Fuat., Atikol, U., 2005. *An experimental study on an inclined solar water distillation system*. Desalination 180: 285-289.
- [8] Agrawal, A., Rana, R. S. (2019), Theoretical and experimental performance evaluation of single-slope single-basin solar still with multiple V-shaped floating wicks, *Heliyon*, 5, pp. 1-38, 2019.
- [9] Mahdi, J.T., Smith,B.E., & Sharif, A.O., 2011. *An experimental wick-type solar still system: Design and construction*. Desalination 267: 233–238.
- [10] Zerrouki, Moussa., Settou, Nouredine., Marif, Yacine., Belhadj, Mohmed Mustapha., 2014. *Simulation study of a capillary film solar still coupled with a conventional solar still in south Algeria*. Energy Conversion and Management 85: 112–119.
- [11] Murugavel K.K., Sivakumar S., Ahamed R.J., & Chockalingam Kn.K.S.K., Srithar K., 2010. *Single basin double slope solar still with minimum basin depth and energy*. Applied Energy 87: 514–523.
- [12] Madhav Jadhav V., 2011. *Performance of Black Granite Basin Solar Still: A Comparative Study*. Int J Engg Techsci Vol 2(2):161-168.
- [13] Hansen R.S., Narayanan, C.S., & Murugavel, K.K., 2015. *Performance analysis on inclined solar still with different new wick materials and wire mesh*. Desalination 358: 1–8
- [14] Hardik K. Jani and Kalpesh. Modib 2019. Experimental performance evaluation of single basin dual slope solar still with circular and square cross-sectional hollow fins. Solar Energy. Volume 179, February 2019, Pages
- [15] Ahmed N. Shmroukh and Shinichi Ookawarab . 2020. Evaluation of transparent acrylic stepped solar still equipped with internal and external reflectors and copper fins. Thermal Science and Engineering Progress. Volume 18, 1 August 2020, 100518. 186-194.
- [16] Velmurugan, Gopalakrishnan M., Raghu R., Srithar K., 2008. Single basin solar still with fin for enhancing productivity. Energy Conversion and Management 49 pp. 2602–2608.
- [17] Ali, C., Rabhib, K., Nciri R., Nasria F. & Attyaoui S., 2014. *Theoretical and experimental analysis of pin fins absorber solar still*. Desalination and Water Treatment: 1-7.
- [18] Omara, Z.M., Hamed M.H., Kabeel, A.E., 2011. *Performance of finned and corrugated absorbers solar stills under Egyptian conditions*. Desalination 277. pp. 281–287.
- [19] Ismail N.R., Soeparman, S., Widhiyanuriyawan, D., Wijayanti, W., (2019). *The influence of pores size and type of aggregate on capillary heat and mass transfer in porous*. Journal of Applied Engineering Science. Vol: 17,1, 571, 8 – 17. <http://www.engineeringscience.rs/images/pdf/571-18090.pdf>.
- [20] Ismail N.R., Soeparman, S., Widhiyanuriyawan, D., Wijayanti, W., (2020). Temperature distribution and evaporation rate in porous media. Journal of southwest jiaotong university. Vol. 55 No. 3. <http://www.jsju.org/index.php/journal/article/download/617/611>
- [21] Gunawan, Agustin. 2014. Pengaruh campuran dua agregat halus terhadap kuat tekan beton. Jurnal Inersia, Vol.6 No.1.
- [22] Ismail N.R., Soeparman, S., Widhiyanuriyawan, D., Wijayanti, W., (2019). *The influence of pores size and type of aggregate on capillary heat and mass transfer in porous*. Journal of Applied Engineering Science. Paper number: 17-1, 571, 8 – 17.

